

**PHOTOMULTIPLIER TUBE**

**Patent number:** JP2288145  
**Publication date:** 1990-11-28  
**Inventor:** FRED A HELBY; GILBERT N BUTTERWICK  
**Applicant:** BURLE TECHNOL INC  
**Classification:**  
- **International:** H01J40/16; H01J40/04; H01J43/04  
- **European:**  
**Application number:** JP19890099926 19890419  
**Priority number(s):**

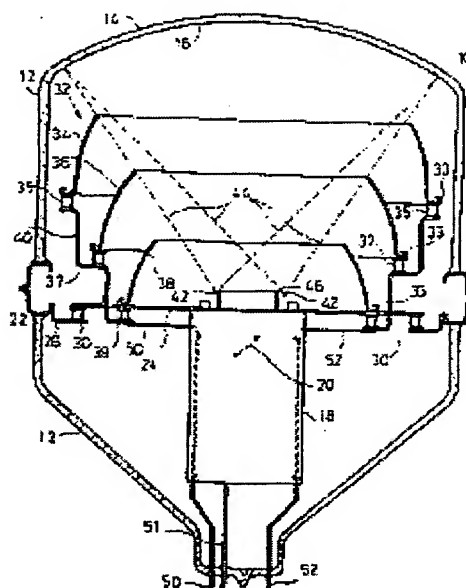
BEST AVAILABLE COPY

Report a data error here

**Abstract of JP2288145**

**PURPOSE:** To accomplish improvement in collecting efficiency of a tube, reduction of a total transfer time, and miniaturization of a photomultiplier and the tube as a whole by comprising a plurality of concentric housing electrodes serving as sections of elliptic dome substantially.

**CONSTITUTION:** A photo multiplier tube is constructed of an envelope 12, a face plate 14, a photoelectric emission cathode 16, a photomultiplier structure 18, the first dynode 20, a facing electrode structure 32, focusing electrodes 34, 36, 38, and an evaporator 42. Main segments, which are provided with faces tilted by tilting angles of at least 10 degrees and formed into ellipses or spheroids, are arranged from the photomultiplier part 18 to the photoelectric emission cathode 16 so that their diameters are increased in order while voltage is lowered in order. These focusing electrodes 32 form a precise electric field. In this way, collecting efficiency of the tube can be increased, a total transfer time can be reduced, and the photomultiplier tube 18 and the tube as a whole can be miniaturized.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-288145

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 J 40/16  
40/04  
43/04

識別記号

庁内整理番号

7170-5C  
7170-5C  
7170-5C

⑭ 公開 平成2年(1990)11月28日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光電子増倍管

⑯ 特 願 平1-99926

⑰ 出 願 平1(1989)4月19日

⑱ 発 明 者 フレッド エイ ヘル アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 17601 ランカスタ  
ビー ザーカー・ロード 1776⑲ 発 明 者 ギルバード エヌ バ アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 17540 レオラ リ  
ターウィツク ツジ・ビュー・ドライブ 76⑳ 出 願 人 パール テクノロジー アメリカ合衆国 デラウェア州 19801 ウイルミントン  
ス インコーポレーテッド ノース・マーケット・ストリート 1100 スイート  
780

㉑ 代 理 人 弁理士 清水 哲 外2名

## 明 細 書

## 1 発明の名称

光電子増倍管

## 2 特許請求の範囲

(1) 筒状部と、この筒状部の一端を横切ってこの端部を閉塞するように延長しその内面に放射にさらされたとき光電子を放出する光電子放出陰極が設けられたフェースプレートと、上記筒状部の他端を封止するステムとより成る排気された外囲器と；管の中心軸線と同軸的に上記外囲器内に支持配置された集束電極構体と；光電子放出陰極を形成するように上記フェースプレートに向けて材料を蒸発させるために上記外囲器内に支持された少なくとも1個の蒸発器と；上記外囲器内に支持された電子増倍器構体と；を具備し、

上記集束電極構体が、楕円体のセクション状に形成され、その小さい方の開口を上記光電子放出陰極に近い側に、大きい方の開口を上記電子増倍器構体に近い側に向けた少なくとも1個の導電性電極より成り、集束電圧が印加されて電界を生成す

ることを特徴とする光電子増倍管。

(2) 上記集束電極構体が、相異なる半径を有する3個の電極より成り、その最も大きな電極を光電子放出陰極に近い位置に、それよりも小さな電極を電子増倍器構体に近い位置に配設して成る請求項(1)に記載の光電子増倍管。

(3) 相対的に小さな電極が、その小さい径の開口が隣接する大きな電極の平面内に位置するように配設されて成る請求項(2)に記載の光電子増倍管。

(4) 上記導電性電極は、その表面傾角が少くとも10度であるような形状寸法のものである請求項(1)に記載の光電子増倍管。

(5) 筒状部と、この筒状部の一端を横切ってこの端部を閉塞するように延長しその内面に放射にさらされたとき光電子を放出する光電子放出陰極が設けられたフェースプレートと、上記筒状部の他端を封止するステムとより成る排気された外囲器と；管の中心軸線と同軸的に上記外囲器内に支持配置された集束電極構体と；光電子放出陰極を形

成するように上記フェースプレートに向けて材料を蒸発させるために上記外周器内に支持された少くとも1個の蒸発器と；上記外周器内に支持された電子増倍器構体と；を具備し、

上記集束電極構体が、回転長円体のセクション状に形成され、その小さい方の開口を上記光電子放出陰極に近い側に、大きい方の開口を上記電子増倍器構体に近い側に向けた少くとも1個の導電性電極より成り、集束電圧が印加されて電界を生成することを特徴とする光電子増倍管。

(6) 上記集束電極構体が、相異なる半径を有する3個の電極より成り、その最も大きな電極を光電子放出陰極に近い位置に、それよりも小さな電極を電子増倍器構体に近い位置に配設して成る請求項(5)に記載の光電子増倍管。

(7) 相対的に小さな電極が、その小さい径の開口が隣接する大きな電極の平面内に位置するように配設されて成る請求項(6)に記載の光電子増倍管。

(8) 上記導電性の電極は、その表面傾角が少くと

なわち光電陰極から放出された電子数に対する第1ダイノードが収集する電子数の比を増大させるために、光電陰極と第1ダイノードの間には集束電極が設けられている。これらの集束電極は、光電陰極と第1ダイノード間に電界を作り出すように種々の電位で動作するようになっている。理想的な電界は、放出されたすべての電子を第1ダイノードに指向させ送り込むような電界である。

しかし、この電界は、丁度光学系が集光作用を行なうのと同じように電子を集束するので、増倍管の電子光学系と言われ、上記以外の条件も考慮せねばならない。光電子増倍管を評価する場合のその様な条件の一つは電子の移動(トランジット)時間である。光電陰極からの電子は、そのすべてが陰極面に対する法線経路に沿って放出されとは限らず、実際にその幾分かのものは法線経路から横方向に或る偏角を有する経路に沿って放出される。事実、この光電陰極は、それぞれが電子をすべての方向に噴き出しているスプリングラ・ヘッドを地面一杯に設けた芝生と同じ様に

も10度であるような形状寸法のものである請求項(5)に記載の光電子増倍管。

### 3 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

この発明は、一般的に言って電子放電管に、更に具体的には光電子増倍管の集束電極構体に関するものである。

#### 〔発明の背景〕

光電子増倍管は、低い光レベルを検出するための装置に広く使用されている。その代表的なものは、外周器の一部をなすフェースプレートの内面に電子を放出する光電陰極を形成配設したガラス外周器で構成されている。光が光電陰極を衝撃すると、そこから放出された電子が電子増倍器に向かって進行し捕捉される。電子増倍器は数個の2次電子放出ダイノードから成り、その第1番目のものが光電陰極からの電子を受入れる。電子増倍器の出力は、この第1ダイノードに収集された電子の量に直接関連したものとなる。

光電子増倍管の収集効率を高くするために、す

考えることができる。この様な状態であれば、仮に電子集束作用が完全なものであったとしても、光電陰極からの任意1個の電子が第1ダイノードに到達するには或る有限の時間を要するのみならず、或る偏角をもって放出された電子がそのダイノードに到達するには陰極面に垂直に放出された電子に比べてより長い時間を必要とする。事実、偏角方向に放出された電子はより長い経路を進行せねばならない。

従って、光電子増倍管の電子光学系におけるまた別の条件は、移行時間の伸長である。この移行時間の伸長が大きいと、伸長された移行時間よりも短い時間内に光電陰極を衝撃する複数個の個々の光パルスを弁別する能力が損なわれる。それは、ダイノードは、第1光パルスにより最後に放出された電子をまだ受取りつゝある間に第2の光パルスにより放出された最初の電子を受取ることになるからである。

電子光学系としてのまた別の条件は、第1ダイノードに送り込まれる電子の軌道の安定性、要す

るに、実際に得られる電子集束能力である。もし、電子がそのダイノード上に狭いビーム状に集束されないと、収束効率を高めるためにより大きなダイノード面積を要することになる。しかし具合の悪いことに、寸法的な制限のため大きなダイノード面積を得ようとする増倍器部の長さも長くなり、この増倍器部を通過するために電子はある移行時間を要することから、上記移行時間の伸長がより長くなるという不利を招く。

光電陰極の面積を増大させると、移行時間の伸長を小さくしながら収束効率を大きくしようとする問題が更に困難になる。この発明の以前には、大面積の光電陰極を採用すると、標準的な電子光学系では容易にその大面積陰極に適合し得ないので、上記移行時間の伸長量が増した収束効率が低下することは避けられない事実である、と永年考えられていた。

この様な情況に鑑み、一層強く電子を集束できる電子集束構体を提供することは極めて有効である。その様な構体ができれば、管の収束効率は上

は、直径12.7cm(5インチ)の管で従来使用していたのと同じ増倍器構体を使用できるだけでなく、移行時間の伸長はこの小径管のそれよりも少なかった。

#### 〔詳細な説明と実施例〕

図は、この発明の好ましい一実施例である光電子増倍管10の構造を示すための、その中心軸線における簡略縦断面図であり、図中12は排気されたガラス外圍器であって一端にフェースプレート14を有し、フェースプレート14の内面には光電陰極16が形成されている。

なおこの図では、この発明の要点を明確に示すために光電子増倍管の構造が簡略化されており、この発明の説明に必要な部分のみ詳細に示されていることに留意されたい。光電子増倍管10は、発明要部以外の点は従来周知のものと同様な形に作られている。

管10の内部には、電子増倍器構体18があり、この構体内には、破線で示す第1ダイノード20、およびその他のダイノード(図示省略)が設けられ

がり、総移行時間が減少するのみならず、増倍器部の大きさが減少するので管全体の寸法も更に小さくなるということになる。

#### 〔発明の概要〕

この発明は、上記の様な要望を十分に満たし得るものである。

この発明における集束電極の形状は、同軸的な円筒体で構成されていた従来の光電子増倍管における標準的な集束構体とは異なり、それぞれ実質的に楕円ドームのセクションである複数の同軸的な集束電極で構成されている。

この発明の好ましい実施形態においては、主セグメントすなわち表面が少なくとも10度の傾角を有する楕円体または回転長円体のセグメントが、順番にその径が大きくなる形でかつ電圧が低くなるような具合に、増倍器部から光電陰極へと配列されている。これらの集束電極は、従来使用されているどの形のものよりも正確な電界を作り出すものである。フェースプレートの直径が22.86cm(9インチ)であるこの発明の好ましい実施例で

ており、これらは通常の動作を行って、第1ダイノード20に衝突した電子を電気信号に変換する。この信号はリード線51で代表される入力または出力リード線によって外部回路(図示省略)に導かれる。

外圍器12に取着けられた中央支持リング22は電子増倍器構体18と支持板24とを、ブラケット26と絶縁体30で支持している。

この発明の好ましい実施形態は、その集束電極構体32に示されており、この構体32はそれぞれ導電性の第1グリッド電極34、第2グリッド電極36およびアノード電極38から成っている。

図から明らかなように、各電極34、36および38はほぼ球形の、楕円体または回転長円体のセクション(輪切り状の切片)であって、すべて管10の中心線と同軸的に配置され、そのうちの2個の小径電極はそれぞれ隣接する大きな電極の大径開口中へ延びている。各電極は、その光電陰極16から遠い方の端縁部に折返し片33を持っている。

集束電極構体32は、階段状のブラケット40によ

り支持されており、それぞれ、外圍器のステム54を貫通する入力接続体50および52のような手段を介して外部電圧源（図示省略）に接続されている。またブラケット40自身は支持板24に絶縁体39によって支持されている。アノード電極38は支持板24に取付け支持され、階段状ブラケット40は絶縁体35と37を支持し、これら絶縁体35、37が電極34と36をそれぞれ支持している。

電極34、36、38は、管10の光電陰極領域から増倍器領域へ向って配列され、順番に寸法が小さくなっており、それぞれ楕円体または回転長円体のセクションの径が順番に小となりまたその両端の開口は前位の電極の両開口よりも小さくなっている。しかし、各電極は隣接する大きな電極の平面内へ延びて、両者で完全な遮蔽体を形成している。

上記の様な各電極の位置付けは、管の製造時にビード42からアンチモンを蒸発させて光電陰極を形成する際に外圍器12を蒸発したアンチモンから遮蔽するという、この集束電極構体の機能から見

て特に重要なことである。アンチモンの軌跡線44から判るように、電極34と36の光電陰極16側の端縁部は、内側の筒体46と共に遮蔽体として働いて、蒸発したアンチモンが外圍器12のフェースプレート14を除く他の部分に附着することを防止する作用を行なう。

集束電極のこの楕円体形と回転長円体形とは、光電陰極16からダイノード20へ運動移行する電子を一層良好に集束する電界を形成することが判った。この独特の曲面形状は、同様な寸法の円筒状電極に比べて、ダイノード上により長い焦点深度をもってより小径のビームを生成し、また総移行時間と移行時間伸長量を減少させる。

更に、光電陰極に近い側の小さな開口は、円筒状電極の場合に比べて、長さの短い、良好な対アンチモン蒸着遮蔽体を作る。

フェースプレート16の直径が22.86cm(9インチ)の図示した好ましい実施例は、ほゞ次表で示すパラメータを有する。なお比較の便のため表中の半径および直径はインチで示した。

グリッド	回転長円形の半径	小さな開口の直径	大きな開口の直径	表面の傾角(度)	動作電位(V)
34	4.3	7.5	8.5	30	150
36	3.5	5.5	7.0	35	500
38	3.0	4.5	6.0	40	2000

表中の動作電位は、確立された電界設計技法に基いて定めた値である。上記以外の種々の電極寸法形状に対するこの様な電位と電極間間隔も上記の技法によって求めることができ、それらはこの技術分野ではよく知られたことである。

上記の表に示された諸パラメータを用いいることの実施例の管10における総移行時間伸長は1.8ナノ秒となる。この値は、フェースプレート径が僅か12.7cm(5インチ)の従来の円筒遮蔽型管における2.4ナノ秒という値と比較すれば、その有利性が判る。

他の利点はドーム状の電極形状により得られるもので、この形状により構造的強度が向上して使用材料の重量が軽減され、集束電極の自立性が増

し外部衝撃や振動による歪みや損傷に対する抵抗が高くなる。

なお、上述したこの発明の形態は単に好ましい一つの実施例を示すだけに過ぎない。各部品の機能や構成、配列に種々の変形を施すことも、図示説明した部品をそれと等価の別の形のもので置換することも可能であり、更に或る種の特徴は特許請求の範囲に記載されたこの発明の精神と範囲を逸脱することなしに他の部品および機能とは独立に利用することができる。

たとえば、上述の管と寸法の異なる管においては、より少数のまたは多数の楕円体形集束電極を使用することができるし、またそれらを図示の方式とは別のやり方で支持することもできる。

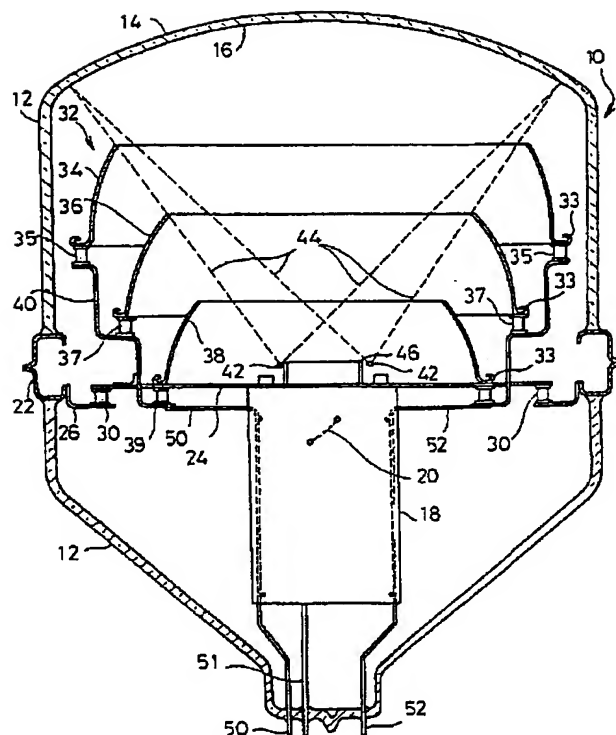
#### 4 図面の簡単な説明

図は、この発明の一実施例である光電子増倍管の中心軸線に沿った簡略化した断面図である。

10……光電子増倍管、12……外圍器、14……フェースプレート、16……光電放出陰極（光電陰極）、18……電子増倍器構体、20……第1ダイノ

ード、32……集束電極筒体、34、36、38……集束  
電極、42……蒸発器（ビード）。

特許出願人    パール テクノロジーズ  
                  インコーポレーテッド  
代理人        清水 哲 ほか2名



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第1区分  
 【発行日】平成9年(1997)2月14日

【公開番号】特開平2-288145  
 【公開日】平成2年(1990)11月28日  
 【年通号数】公開特許公報2-2882  
 【出願番号】特願平1-99926  
 【国際特許分類第6版】

H01J 40/16  
 40/04  
 43/04

【F I】

H01J 40/16 9508-2G  
 40/04 9508-2G  
 43/04 9508-2G

(特許法第11条の2第1号の規定による補正)

手続補正書

平成 8 年 3 月 1 9 日

特 許 庁 長 官 殿



1 事件の表示

特願平 1-99926号

2 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 パール テクノロジーズ インコーポレーテッド

3 代 理 人

郵便番号 613

住 所 兵庫県明石市大明町1丁目7番4号

白菊グラウンドビル8階 電話(078)911-9111

氏 名 (6299) 井理士 田 中 浩

住 所 同上

氏 名 (6229) 井理士 荘 司 正 明



4 補正の対象

明細書の「特許請求の範囲」および「発明の詳細な説明」の各欄。

5 補正の内容

(1) 特許請求の範囲を別紙の通り補正する。

(2) 明細書第13頁の表の「回転長円形の半径」の欄の第1行の「4.3」を「4.5」と補正する。

(3) 明細書中の記載を下記の正誤表に従って補正する。

正 誤 表

頁	行	誤	正
5	13	移動	走行
6	11	移行時間	走行時間
"	11	この移行	この走行
"	11	伸長	伸長(スプレッド)
7	8	る移行	る走行
"	8	上記移行	上記走行
"	10	移行	走行
"	15	移行	走行
8	1	駆移行	駆走行
8	3	移行	走行
12	8	移行	走行
"	18	駆移行	駆走行
"	13	移行	走行
13	12~13	いることの	るとこの

添付書類

特許請求の範囲

以 上

## 特許請求の範囲

(1) 排気された外図形であって、この外図形の一端を斜切ってその端面を閉塞するように延長しその内面に放射にさらされたとき光電子を放出する光電子放出陰極が設けられたフェースプレートと、上記外図形の他端を封止するステムとを有する排気された外図形と；管の中心軸線と同軸的に上記外図形内に支持配置された集束電極構体と；光電子放出陰極を形成するように上記フェースプレートに向けて材料を蒸発させるために上記外図形内に支持された少くとも1個の蒸発器と；上記外図形内に支持された電子増倍器構体と；を具備し、

上記集束電極構体が、槽円体のセクション状に形成され、その小さい方の開口を上記光電子放出陰極に近い側に、大きい方の開口を上記電子増倍器構体に近い側に向けた少くとも1個の導電性電極より成り、集束電圧が印加されて電界を生成することを特徴とする光電子増倍管。

(2) 上記集束電極構体が、相異なる半径を有する3個の電極より成り、その最も大きな電極を光電子放出陰極に近い位置に、それよりも小さな電極を電子増倍器構体に近い位置に配設して成る請求項(1)に記載の光電子増倍管。

(3) 相対的に小さな電極が、その小さい径の開口が隣接する相対的に大きな電極の平面の内側に位置するように配設されて成る請求項(1)に記載の光電子増倍管。

(4) 上記導電性電極は、その表面傾角が少くとも10度であるような形状寸法のものである請求項(1)に記載の光電子増倍管。

(5) 排気された外図形であって、この外図形の一端を斜切ってその端面を閉塞するように延長しその内面に放射にさらされたとき光電子を放出する光電子放出陰極が設けられたフェースプレートと、上記外図形の他端を封止するステムとを有する排気された外図形と；管の中心軸線と同軸的に上記外図形内に支持配置された集束電極構体と；光電子放出陰極を形成するように上記フェースプレートに向けて材料を蒸発させるために上記外図形内に支持された少くとも1個の蒸発器と；上記外図形内に支持された電子増倍器構体と；を具備し、

上記集束電極構体が、回転長円体のセクション状に形成され、その小さい方の開口を上記光電子放出陰極に近い側に、大きい方の開口を上記電子増倍器構体に近い側に向けた少くとも1個の導電性電極より成り、集束電圧が印加されて電界

を生成することを特徴とする光電子増倍管。

(6) 上記集束電極構体が、相異なる半径を有する3個の電極より成り、その最も大きな電極を光電子放出陰極に近い位置に、それよりも小さな電極を電子増倍器構体に近い位置に配設して成る請求項(5)に記載の光電子増倍管。

(7) 相対的に小さな電極が、その小さい径の開口が隣接する相対的に大きな電極の平面の内側に位置するように配設されて成る請求項(5)に記載の光電子増倍管。

(8) 上記導電性の電極は、その表面傾角が少くとも10度であるような形状寸法のものである請求項(5)に記載の光電子増倍管。



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**